

# Evaluación en ciencia y tecnología

Mario Albornoz\*

## Resumen

Este trabajo se propone recorrer críticamente el camino que conforman las diferentes etapas del proceso de evaluación en ciencia y tecnología, así como las críticas que despierta la aplicación concreta de este proceso en determinados contextos históricos e institucionales, en los que interactúan actores diversos. Estas críticas, entre otras cosas, ponen en evidencia la importancia que tiene la evaluación en la toma de decisiones, en el marco de un campo heterogéneo, en el que confluyen distintas lógicas: la de los propios científicos con su idea de “calidad” y “excelencia” y la de otros actores sociales que representan distintos intereses políticos, económicos y sociales. El valor creciente de la evaluación como orientadora de políticas y como instrumento de gestión está ligado a la capacidad social de instalar una “cultura” adecuada a su práctica. Esta cultura es necesariamente plural, ya que requiere la convivencia y articulación de lógicas y sistemas de intereses diferentes. En ello radica, al mismo tiempo, su complejidad y su riqueza.

El problema de la asignación de valor a los conocimientos científicos ha sido una cuestión siempre presente, a partir de la primera institucionalización de las comunidades científicas en el siglo XVII. Muy tempranamente, la Royal Society debió desarrollar metodologías y criterios que le permitieran seleccionar los trabajos científicos que serían publicados, y establecer un orden de prelación entre ellos. Los primeros sociólogos de la ciencia, como Robert Merton, Joseph Ben David y Derek de Solla Price describieron los mecanismos por los cuales la comunidad científica se autorregularía mediante la asignación y reconocimiento de valor a la actividad de sus miembros y a los resultados de su trabajo. Esta dimensión del proceso de evaluación remite exclusivamente a la calidad y relevancia teórica de los resultados de la investigación. Sin embargo, a partir de la atención prestada por los gobiernos a la ciencia (proceso que en gran escala se desarrolló a partir de la segunda guerra mundial) otras finalidades sociales, propias de la lógica de los intereses públicos, han tornado más complejo el proceso de evaluación, introduciendo en él nuevos criterios y actores. Las decisiones relativas a las líneas de trabajo que habrán de ser financiadas y desarrolladas, así como los campos del saber que serán explorados tienen ahora que ver con otras dimensiones, tales como la pertinencia o relevancia social, o la correspondencia con un sistema de prioridades políticas. En el campo de la tecnología, obviamente, los criterios de utilidad y eficiencia ocupan un lugar central en el proceso evaluador. Estos rasgos han convertido a la evaluación en un núcleo central de las políticas y en la gestión de la ciencia y tecnología.

## *1. Finalidad de la evaluación en ciencia y tecnología*

La importancia crítica adquirida por la evaluación se deriva de sus finalidades explícitas y también de otras finalidades implícitas. Las finalidades explícitas de los procesos de evaluación están

---

\*

relacionadas con la asignación de calidad relativa y con la toma de decisiones de distinto tipo: asignación de recursos, gestión de grupos y proyectos, publicación de artículos y orientación de la investigación. Según la *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico* (OCDE), algunas de las más importantes finalidades explícitas de la evaluación en ciencia y tecnología son las de otorgar financiamiento, acreditar grupos, apoyar la evaluación institucional global, determinar capacidades, identificar vacancias. Las finalidades implícitas, por su parte, tienen que ver con la consolidación de la comunidad científica y la puesta en práctica de su sistema de valores, roles y reconocimientos internos.

El auge de una cultura de la evaluación y rendición de cuentas es creciente, en la medida en que el conocimiento científico es percibido como un valor estratégico. Esto *se debe* a la búsqueda de la eficiencia y a la necesidad de justificar la asignación de recursos públicos. Esta tendencia enfatiza *también* la evaluación de resultados mediante procedimientos en los que intervengan actores no científicos. Hay que advertir que, desde el punto de vista de la comunidad científica, esto implica una pérdida de control no aceptable por cuanto abriría las puertas a la mediocridad, ya que con el argumento del interés económico y social el método induciría a la aprobación de proyectos de investigación *de escaso mérito científico*.

De los distintos planos de evaluación académica, el de la evaluación en ciencia y tecnología es el que tiene más tradición y está “resuelto”, en el sentido de que hay ciertos consensos establecidos y ciertos métodos que se utilizan y aceptan internacionalmente. Sin embargo, en la práctica, *la evaluación* no está exenta de dificultades y hay varios matices que deben ser *considerados*. Actualmente se encuentra sometida a fuertes tensiones que se derivan de factores internos y externos a los *procedimientos de evaluación*.

En *relación a* los factores internos, se registran cada vez más críticas con respecto a ciertas fallas en su procedimiento tradicional. Los factores externos, en cambio, remiten a las transformaciones que se están produciendo en la estructura de la investigación científica y tecnológica, las cuales implican cambios en los procesos de evaluación tradicionales.

## ***2. El proceso de evaluación***

En un informe ya clásico, la OCDE señala que en el proceso de evaluación de actividades de ciencia y tecnología hay cuatro aspectos a considerar:

- I. Campo de la evaluación
- II. Fines de la evaluación
- III. Criterios
- IV. Organización

Estos aspectos son interdependientes. A ellos es posible agregar un quinto aspecto, al que se podría denominar como aspecto “contextual”, en el que se incluyen aquellos elementos de tipo social e institucional que inciden tanto en el proceso de *Investiación y Desarrollo* (I+D) como en su evaluación.

## I. Campo de la evaluación

Este aspecto predetermina a los demás y remite a la idea de que los criterios aplicados y los métodos a utilizar difieren según el tipo de investigación de que se trate, el objeto o unidad de análisis y el momento del proceso de investigación en que se produce el acto evaluador.

### I.a. Tipo de investigación

Por “tipo de investigación” se entiende la distinción tradicional entre Investigación Básica, Investigación Aplicada y Desarrollo Experimental. Una definición standard de cada uno de ellos está contenida en el manual de Frascati<sup>1</sup>, de la OCDE. A estos tipos se suele agregar el de Investigación Estratégica, que remite a aquella investigación que tiene el formato de la básica, pero que apunta hacia un objetivo de aplicación a medio y largo plazo. La investigación universitaria puede constituir un tipo propio cuando se trata de investigación de apoyo a la docencia y en tal caso los parámetros *que se aplican son distintos*.

Cada uno de estos tipos de I+D tiene propósitos distintos; también tiene una “cultura” propia y concierne a actores diferentes. La evaluación de la I+D debe tomar en cuenta a todos ellos. Esto genera cierta dificultad cuando se trata de evaluar programas complejos, ya que ellos suelen contener una amalgama de tipos de investigación. Cabe señalar además que en la configuración del “tipo” de investigación incide también el tipo de disciplina de que se trate, ya sea que pertenezca al campo de las ciencias exactas, las ciencias sociales o el desarrollo experimental de tipo ingenieril. Las herramientas de la evaluación varían también según un tipo u otro de disciplina.

TIPO DE I+D	CRITERIO	ACTOR
Investigación Básica	Valor Científico	Comunidad Científica
Investigación Aplicada y Desarrollo Experimental	Ventajas económicas y utilidad social	Actores económicos y sociales

El Committee on Science, Engineering and Public Policy (COSEPUP), dependiente de la National Academy of Science, la National Academy Engineering y el Institute of Medicine de los Estados Unidos,<sup>2</sup> llegó a la conclusión de que tanto los programas de investigación básica como aplicada deben ser evaluados regularmente. En el caso de la investigación aplicada, los resultados prácticos pueden ser documentados y los progresos realizados pueden ser medidos anualmente. El COSEPUP pone como ejemplo que si una agencia gubernamental como el Departamento de Energía adoptara el objetivo de producir energía solar barata, sería posible medir los resultados de la investigación dirigida a abaratar el costo de las células solares.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la investigación aplicada, los resultados prácticos de la investigación básica no pueden ser identificados mientras la investigación está en progreso. El informe señala que la historia demuestra el indudable beneficio de la inversión en investigación básica

<sup>1</sup> Manual de Frascati. Propuesta de normas prácticas para encuestas de investigación y desarrollo experimental. París, OCDE, 1993.

<sup>2</sup> *Evaluating Federal Research Programs*, National Academy Press, Washington, 1999.

para Estados Unidos, en términos de disminución de la mortalidad, impulso a las inversiones y *creación de empleos y riqueza*.

También señala que, a pesar de que no se puede predecir los resultados prácticos de la investigación básica, se deben buscar los caminos que permitan asegurar que los programas de investigación básica financiados con fondos públicos generen los tipos de conocimientos que proporcionaron beneficios prácticos en el pasado. Para hacer eso se deben encontrar maneras de medir la calidad *de la investigación*.

Otro enfoque para establecer una tipología que pensar en los métodos de evaluación más adecuados es la que propone Terry Shinn, en la que se distingue entre investigación disciplinaria, investigación transversal e *investigación instrumental*. La primera está enmarcada en las preocupaciones específicas de la disciplina. *Por su parte, la segunda es la que se encuentra en el tránsito de construcción de un nuevo campo de conocimiento mediante la interacción de más de una disciplina, como la bioquímica en su momento, la biología molecular, algunos campos nuevos de las neurociencias que combinan psicología cognitiva, biología molecular y genética, entre otros.*

La constitución de un nuevo campo supone procesos de cambio de paradigma, intereses cognitivos opuestos, estrategias de “subversión” más que de acatamiento a paradigmas vigentes, o encuadramiento en las líneas y temas predominantes. La investigación instrumental se corresponde con el denominado “modo 2” de *producción de conocimiento científico*.

El problema de la evaluación en estos tres modelos debe ser resuelto de un modo diferente. Sobre la investigación disciplinaria se han presentado ya los conceptos fundamentales. La evaluación de la investigación transversal no debería ser muy diferente a la disciplinaria, pese a que en este tipo de actividad es posible detectar una mayor presencia de conflictos. Hasta la consolidación de un nuevo consenso, la investigación transversal carece de un modelo estable de evaluación. Por ello, los procesos de evaluación que instrumentan las instituciones tienen problemas de legitimidad.

Ejemplo de esto puede ser el comienzo de la biología molecular en que la mayoría de los miembros del campo bioquímico consideraban a aquella solamente como un conjunto de técnicas novedosas para tratar problemas y objetos definidos, más que como un nuevo campo, con sus propios objetos y problemas. En un proceso de evaluación esta distinción podía implicar la diferencia entre proyectos “con relevancia” o “sin relevancia” científica. La evaluación de la investigación instrumental supone una complejidad cognitiva quizá menor al tipo anterior y una complejidad valorativa y social mayor. Desde el punto de vista cognitivo admite la combinación “sumatoria” de perspectivas disciplinares en la evaluación de calidad. Pero se agregan nuevos otros valores sobre el producto del conocimiento, tales como la utilidad social, la ética del objeto y del proceso, el riesgo e incertidumbre, la tensión entre distribución y exclusión, la oportunidad política y la rentabilidad económica (individual y social).

## I.b. Objeto o unidad de análisis

*La determinación del objeto o unidad de análisis en el proceso de evaluación ya que los métodos varían si se trata de evaluar investigadores aislados o grupos. También difieren los procedimientos, en relación con su grado de complejidad, si la evaluación se refiere a proyectos, disciplinas o dominios completos del conocimiento. La evaluación de instituciones científicas constituye también un caso aparte, ya que en su desarrollo es preciso tener en cuenta criterios relativos a la calidad de la I+D junto a criterios de racionalidad organizativa. Otro caso especial es el de la evaluación de programas complejos en cuya ejecución corresponde a numerosas instituciones, especialmente si algunas de ellas no pertenecen o pertenecen sólo tangencialmente al ámbito de la ciencia y la tecnología.*

### I.c. Momento

Los métodos de evaluación difieren también con relación al momento del proceso de I+D sobre el que se aplican. El caso más generalizado es el de la evaluación *ex ante* que se realiza en forma previa a la toma de decisiones acerca de la eventual aprobación de la actividad y su financiamiento. La evaluación *ex ante* está además ligada a las políticas y a las prioridades establecidas. La evaluación que se realiza durante el desarrollo del proceso de I+D suele ser denominada como “intermedia” y generalmente está vinculada con las etapas previstas en los proyectos. Esta evaluación es interactiva con la programación y no debe ser confundida con el concepto más gerencial de “seguimiento” o “monitoreo” ya que, mientras estos últimos se centran sobre los aspectos de corte administrativo, tales como la utilización correcta de los recursos y la certificación de etapas alcanzadas, la primera remite a resultados científicos parciales. Cuando la evaluación se lleva a cabo al final de los procesos de I+D de que se trate, se la denomina como *ex post*. La evaluación *ex post* trata de los resultados, aplicación de los recursos e impacto. Tiene un fin prospectivo tal como la reorientación de la programación. En tal sentido, puede ser inmediata o a plazo diferido y puede referirse a los resultados propiamente dichos o a su impacto en el contexto social.

### II. Fines de la evaluación

La consideración de los fines de la evaluación refiere a la utilización de los resultados de la evaluación, tales como la toma de decisiones en materia de financiamiento, la acreditación, la identificación de áreas de vacancias. Existe una jerarquía de objetivos para cada evaluación. Los fines de la evaluación deben ser consensuados entre los usuarios, los realizadores de la evaluación y los evaluados. Esto está relacionado con la legitimidad social de la evaluación.

La evaluación *ex ante* está estrechamente ligada a la puesta en práctica de orientaciones de la I+D. La finalidad de la evaluación *ex ante* se orienta a la toma de decisiones sobre el destino de recursos. Los de la evaluación *ex post* están relacionados legitimar los trabajos de la I+D ante terceros, ya sea científicos o políticos y reorientar las políticas y las prácticas institucionales. Otros fines específicos de la evaluación *ex post* son complementarios a los de la evaluación *ex ante* y tiene que ver con el establecimiento de mecanismos de control y la comparación con niveles de estado del conocimiento (*antes y después de la I+D*).

Cabe hacer la advertencia, además, de que no es recomendable aplicar la evaluación *ex post* a la totalidad de los proyectos que integran una programación, individualmente considerados, sino que es más adecuado evaluar la programación como un todo, en razón de problemas prácticos de posibilidad material y de eficiencia en la gestión del sistema de evaluación, y de es más pertinente para los fines de la reorientación de las políticas. Por lo tanto, hay una dificultad metodológica adicional, *en tanto* el valor global es más difícil de determinar.

### III. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación se establecen en función del tipo de investigación y, en términos generales, se refieren tanto al interés científico como al interés económico social. La mayor parte de los trabajos asocian diferentes objetivos y son susceptibles, *por consiguiente*, de diferentes tipos de

evaluación. Se requiere emplear diferentes criterios si la cuestión a evaluar es el valor científico o el interés de los trabajos (este último aspecto incluye *su relación con el costo*).

Los criterios también deben responder a las necesidades de los usuarios de la evaluación. En este sentido, una óptica utilizada en forma reciente para evaluar en forma anticipativa el interés de un proyecto de investigación es la de ponderar el “conocimiento agregado”. La idea de conocimiento agregado remite a los resultados de la investigación y podría ser formulada bajo la pregunta ¿Qué conocimiento nuevo aporta el proyecto en relación con algún nivel de acumulación, ya sea de tipo académico o de aplicación? En este aspecto, el juicio debe ser relativo a determinar en qué medida y por qué vías el conocimiento generado por el proyecto puede agregarse al stock de los conocimientos existentes.

La evaluación del “conocimiento agregado” plantea preguntas tales como:

- ♦ ¿Puede la investigación confirmar conocimiento disponible, por ejemplo, a través de la repetición de experimentos, ampliación de muestras o aplicación en diferentes contextos?
- ♦ ¿Puede ampliar sus aplicaciones, demostrando su validez en otros sectores, especies, localizaciones, culturas o sistemas?
- ♦ ¿Puede profundizar la comprensión de los fenómenos, a través de la construcción teórica, la demostración de causalidades o la explicación de condiciones?
- ♦ ¿Puede aportar a la sustitución de paradigmas?
- ♦ ¿Puede aportar un cuerpo de conocimientos próximos a eventuales aplicaciones?

### III.a Algunos criterios para la evaluación *ex ante*

Algunos de los criterios de uso más corriente para la evaluación *ex ante* son los siguientes:

- Criterios de mérito científico

Remiten a determinar la significación y calidad de la propuesta para el dominio científico de que se trate (originalidad, interés, factibilidad científica), la aptitud del investigador para realizar la investigación, la incidencia sobre otros ámbitos científicos o tecnológicos, el aporte del trabajo para la ciencia en general y su incidencia sobre la infraestructura o base científica y tecnológica.

- Criterios sobre recursos y financiamiento

Los criterios sobre recursos y financiamiento remiten a la factibilidad técnica y económica; esto es: si los recursos disponibles y solicitados son proporcionales a los objetivos del proyecto. Incluyen además un criterio de optimización de recursos o de “recursos versus recursos”; lo que quiere decir que corresponde determinar si en un escenario de limitación de recursos y de competencia por ellos la asignación propuesta es la más razonable y adecuada. Este criterio es de naturaleza mixta, ya que por una parte contiene un juicio técnico, pero en buena medida se *superpone con un criterio político*.

Otros criterios pertenecientes a este rubro son los de “pertinencia del financiamiento público”, especialmente cuando se trata de investigación orientada a la tecnología ya que sus resultados son apropiables por empresas determinadas y el “Criterio de complementariedad”, que remite a la necesidad de evaluar si el financiamiento debe ser *completo, adicional, o incremental*.

- Criterios de coherencia

Estos criterios remiten a la adecuación a los propósitos; esto es, si el proyecto responde a los objetivos propuestos y si su articulación es correcta. La adecuación a los propósitos hace referencia a cómo se hace la investigación. Se debe mirar si el mix de capacidades, métodos y recursos son apropiados para alcanzar los *propósitos de los investigadores*.

La adecuación a los propósitos remite a preguntas tales como:

- ♦ ¿Los propósitos de la investigación son claros y razonablemente comprensibles?
- ♦ ¿Tiene el equipo de investigación las aptitudes y experiencia necesarias para desarrollar el trabajo previsto?
- ♦ ¿Están disponibles los equipos necesarios?
- ♦ ¿El acceso a la información está asegurado?
- ♦ ¿El presupuesto y el cronograma son realistas?
- ♦ ¿Los medios propuestos para informar y comunicar los resultados parecen ser efectivos?

- Criterios de pertinencia

Estos criterios determinan la relación de las investigaciones con objetivos económicos y sociales, así como también con objetivos institucionales. Cuando la política científica contiene prioridades definidas explícitamente, la pertinencia se refiere a la adecuación a ellas. Si bien los criterios de pertinencia se corresponden mayormente con la investigación aplicada y el desarrollo experimental, también se toman en cuenta cuando se trata de investigación estratégica. En este caso se considera la “utilidad potencial”, si bien la complejidad de este criterio, por cuanto depende de variables a un futuro no próximo plantea la necesidad de una evaluación continua. Algunos criterios que, en la práctica, *suelen entrar en la toma de decisión* acerca de opciones de investigación:

♦ Mérito científico	♦ Importancia del tema	♦ Claridad de propósitos
♦ Desarrollos teóricos	♦ Aplicaciones prácticas	♦ Pertinencia
♦ Adecuación a prioridades	♦ Resultados potenciales	♦ Adecuación de la metodología
♦ Planes de diseminación de los conocimientos	♦ Desarrollo de capacidades o experiencia	♦ Probabilidad de éxito en el logro de resultados
♦ Utilidad potencial	♦ Apoyo organizativo	♦ Recursos y financiamiento
♦ Acceso a la información	♦ Presupuesto solicitado y disponible	♦ Valor económico de los resultados
♦ Diseño del proyecto	♦ Coherencia	♦ Criterio de complementariedad
♦ Equipamiento necesario	♦ Optimización de recursos	♦ Originalidad o novedad del enfoque
♦ Conocimiento del campo de investigación	♦ Antecedentes y status actual del grupo de investigación	♦ Pertinencia del financiamiento público

Muchos de estos criterios pueden corresponder a un tipo u otro de evaluación, pero son más operables que los conceptos abstractos de “excelencia” o “calidad”.

### III.b. Algunos criterios para la evaluación *ex post*

En términos generales, los criterios de evaluación *ex post* son similares a los de la evaluación *ex ante* en lo que se refiere a la calidad o mérito científico. El resto de los criterios es reemplazado por otros que juzgan el resultado y su eventual impacto en el contexto económico y social, o sobre la estructura institucional.

- Evaluación de resultados

En la evaluación de resultados *el* criterio de cumplimiento de objetivos y metas es el de uso más corriente (implica una comparación de los resultados con los objetivos y las metas propuestas originalmente). Además del cumplimiento, se suele aplicar el criterio de calidad de los resultados (que, como se ha dicho, es de naturaleza similar al de la evaluación *ex ante*). A ellos se añade el criterio de eficiencia en el desarrollo de los trabajos.

- Evaluación de impactos

La evaluación de impactos no debe ser confundida con la evaluación de resultados. Los impactos trascienden al proyecto o la programación. Remiten a contextos externos al proyecto: organización en la que se lleva a cabo, medio social próximo o remoto, niveles de actividad económica, niveles educativos, cultura e índices de salud, entre otros. La evaluación de impactos está menos normalizada en razón de las múltiples dimensiones en las que ellos se producen, así como el hecho de que con frecuencia son imprevisibles y no siempre resulta fácil establecer las causalidades: es decir, si tal fenómeno puede ser legítimamente considerado como un impacto de cierto programa, o si se debe a otras causas. Por este motivo, la evaluación de impactos requiere una dosis adicional de meticulosidad en el análisis.

### IV. Organización de la evaluación

La organización de la evaluación es la delimitación de responsabilidades de quienes tendrán a su cargo llevarla a cabo. La organización de la evaluación está relacionada con la elección de la estructura con la que se llevará a cabo (en la que se integran los pares y el personal técnico de apoyo al proceso evaluador), la modalidad, el perfil de los evaluadores y el grado de institucionalización de la estructura *responsable de la evaluación*.

La evaluación requiere consenso acerca del campo, los fines y los criterios. La evaluación es una tarea colectiva. De allí, la importancia de la selección del equipo que tendrá a su cargo la evaluación (imparcialidad no cuestionada). La legitimidad social de los árbitros es una cuestión fundamental de la que depende. En temas de cierta complejidad o en comunidades científicas pequeñas la idoneidad y legitimidad de los evaluadores plantea dificultades. Frecuentemente se apela a evaluadores extranjeros cuando no existe un par reconocido en la comunidad local, o cuando se requiere una opinión muy especializada y no comprometida con intereses en juego. Sin embargo, este recurso debe ser empleado con precauciones porque los pares extranjeros algunas veces opinan con desconocimiento del contexto, entendido como las limitaciones o prioridades locales. En el caso de evaluaciones mixtas como, por



ejemplo, en la integración de paneles con científicos e industriales se presentan a veces dificultades de diálogo que atañen al lenguaje, la lógica y el papel que se espera *que desempeñen unos y otros*.

Otros aspectos relativos a la organización tienen que ver con las modalidades de evaluación como, por ejemplo, si ésta queda sometida a la libre actuación de los pares, o si ellos deberán ajustarse a directivas precisas, con un gradiente de formalización que incluye desde el diseño de los instructivos o formularios, hasta los procedimientos a seguir. La posición del evaluador en el sistema de toma de decisiones es también un tema importante en lo relativo a la organización. El evaluador puede desempeñar un papel excepcional, cuando se lo convoca ad hoc para la evaluación de un proyecto, o permanente, cuando se constituye una comisión que se pronuncia sobre la totalidad de los casos durante un período de tiempo. El sistema tradicional empleado por el CONICET ha sido de este último tipo. En algunos casos, la situación es intermedia, cuando se combinan ambas modalidades. El sistema de evaluación del FONCYT y el actual sistema del CONICET *son de este tipo*.

El problema de la profesionalización de la evaluación y su legitimación social a veces es resuelto con la creación de instancias evaluadoras permanentes dotadas de independencia respecto a los tomadores de decisión. El ejemplo más extremo de este modelo es el de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva de España.

### **3. Métodos de evaluación**

Los métodos de evaluación de la I+D se basan, *en primer lugar*, en las opiniones de otros científicos de igual o mayor reconocimiento profesional que los sujetos evaluados (ya sea que se trate de la trayectoria científica o de un proyecto que lo involucra como director o miembro del equipo responsable). *En segundo lugar*, en un conjunto de indicadores objetivos complementarios, y *por último* en una combinación de estos sistemas.

Esto implica otros modelos organizativos de la evaluación distintos a los tradicionales, que se integran exclusivamente por miembros reconocidos de la comunidad científica: los pares. Los nuevos modelos organizativos difieren fundamentalmente en que la constitución de los comités es heterogénea por la inclusión de otros actores. Todo esto lleva al concepto de complejidad (multiplicidad de perspectivas legítimas, no linealidad, emergencia de los problemas, organización, *multiplicidad de escalas, incertidumbre*).

La inclusión de nuevos actores en los procesos de investigación científica implica una auténtica democratización del conocimiento. En muchos casos ahora se hace necesario incluir a quienes pueden opinar sobre aspectos de su interés (problemas tales como enfermedades, polución y preservación ambiental, pero también opresión, discriminación y explotación).

Adicionalmente, cierta parte del conocimiento se presenta en nuevos contextos (comunidades indígenas o métodos terapéuticos tradicionales, por ejemplo). En este sentido, se puede afirmar que la ciencia moderna está renovando su localización social en un contexto enriquecido. La tendencia actual es hacia el diseño de procesos de evaluación que combinen diversos métodos:

- Evaluación –por pares científicos- basada en criterios de excelencia, importancia o calidad.
- Evaluación –por distintos actores- basada en criterios de oportunidad, permeabilidad, explotabilidad y aplicabilidad de los conocimientos.

Es importante señalar que la multiplicidad de criterios implica necesariamente la multiplicidad de actores ya que, del mismo modo que los no científicos están incapacitados para opinar acerca de la calidad científica de una propuesta, los pares científicos no son, de por sí, los adecuados para opinar

acerca de la utilidad de ellos. Ahora bien, el método mixto tiene el problema de que requiere una definición acerca del papel de los actores y del peso relativo de los criterios de evaluación. Por otra parte, la inclusión de los no-pares genera desconfianza en la comunidad científica. Sobre el tema de los métodos de evaluación, el informe del Committee on Science, Engineering and Public Policy (COSEPUP) arribaba a las siguientes conclusiones:

- Tanto los programas de investigación básica como aplicada financiados con fondos públicos pueden ser evaluados significativamente en forma regular.
- Los programas de investigación deben ser evaluados usando metodologías que concuerden con el carácter de la investigación. Diferencias en el carácter de la investigación conducirán a diferencias en el calendario apropiado de evaluación, en lo que es medible y lo que no lo es y en el tipo de experiencia necesaria para los que participan en el proceso de evaluación. El mal uso de instrumentos de medida puede conducir a resultados extremadamente negativos. Por ejemplo, la evaluación de la investigación básica sobre la base de su relevancia a corto plazo puede ser extremadamente destructiva para la calidad del trabajo.
- El instrumento más efectivo para evaluar programas de investigación financiada con recursos públicos es la revisión por expertos, la cual incluye revisión de la calidad, revisión de la relevancia (pertinencia) y punto de referencia (benchmarking). Este instrumento debería ser usado para evaluar tanto los programas de investigación básica como aplicada.
- El país no se puede beneficiar de los avances en la ciencia y la tecnología sin un suministro continuo de científicos bien formados y entrenados. Sin este flujo, la capacidad de una agencia de cumplir su misión estará comprometida. Las agencias, por lo tanto, deben poner cada vez más atención a sus requerimientos de recursos humanos, tanto en términos de brindar entrenamiento y educación a los jóvenes científicos e ingenieros como en términos de proveer una adecuada oferta de ellos a los laboratorios académicos de la industria o del gobierno.
- Los mecanismos para la coordinación de los programas de investigación de múltiples agencias cuyos campos de acción se superponen se han mostrado insuficientes.
- El desarrollo de métodos efectivos para evaluar e informar sobre el desempeño de programas requiere la participación de las comunidades de científicos e ingenieros, cuyos miembros deberán estar necesariamente involucrados en la revisión por expertos.

Tabla: métodos utilizados para evaluar i+d

Métodos	Pros	Contras
Análisis Bibliométrico	Cuantitativo. Útil sobre bases agregadas para evaluar calidad de ciertos programas y campos.	Las mediciones son sólo cuantitativas. No es útil en todos los programas y campos. Las comparaciones entre campos y países son difíciles. Pueden ser artificialmente influenciados.
Tasa de retorno económico	Cuantitativo. Muestra los beneficios económicos de la I+D	Mide sólo beneficios financieros, no beneficios sociales (tales como el mejoramiento de la calidad de la salud). El tiempo transcurrido entre la I+D y el beneficio económicos es frecuentemente largo. No es útil en todos los programas y campos.
Revisión por pares	Método de fácil comprensión. Permite evaluar la calidad de la investigación y a veces otros factores. Una parte importante de los programas financiados con fondos federales evalúan la calidad con este método.	Se focaliza principalmente sobre la calidad de la investigación. Otros elementos son secundarios. Generalmente sirve para evaluar proyectos, no programas. Gran diversidad entre las diferentes agencias. Reparos contra el uso de redes de “viejos”. Los resultados dependen de que se involucre gente de la alto nivel en el proceso evaluador.
Estudio de casos	Permite comprender los efectos de los factores institucionales, organizacionales y técnicos que influyen en el proceso de investigación. Ilustra acerca de todos los tipos de beneficio del proceso de investigación.	Casos aislados, no comparables entre programas. Focalizar la evaluación sobre casos puede acarrear dificultades para evaluar los beneficios de una programación.
Análisis retrospectivo	Útil para identificar vínculos entre programas de I+D e innovaciones en períodos largos de inversión en I+D.	No es útil para evaluación de corto plazo, debido a que el intervalo entre la I+D y sus resultados prácticos es largo.
Punto de referencia (benchmarking)	Provee una herramienta de comparación entre programas y países.	Puede ser focalizado sobre campos, no sobre programaciones.

Fuente: Evaluating Federal Research Programs; National Academy Press; Washington, 1999.

En general, se puede establecer la siguiente tipología:

- Juicio de pares directo: Evaluación realizada por especialistas de la misma disciplina. Evalúa el valor científico.
- Juicio de pares modificado: Evaluación de pares con la inclusión de otros actores, en forma adaptada a la necesidad de ampliar los criterios a considerar.

- Juicio de pares indirecto: Evaluación realizada en base a la utilización de opiniones de pares emitidas inicialmente con otros propósitos.
- Juicio indirecto: Evaluación realizada mediante la utilización de indicadores bibliométricos (publicaciones, frecuencia de citas, calidad de citas y citas asociadas) y otros indicadores que tomen cuenta premios, congresos y financiamientos obtenidos para I+D anteriormente, entre otros.

Todos los métodos tienen ventajas y desventajas que deben ser tomadas en cuenta en el diseño del proceso de evaluación. En el juicio de pares existe un cierto peligro de subjetividad (prejuicios o intereses) y en el juicio indirecto el peligro de una pseudo-objetividad en posible estímulo a ciertas disfuncionalidades tales como la compulsión a la publicación (publish or perish). En algunas disciplinas la legitimación del juicio de pares es muy escasa o negativa, dadas las tradiciones en materia de difusión de los conocimientos, la que no siempre se produce por medio de revistas acreditadas en las bases de datos sobre las que se elaboran los indicadores.

#### ***4. El juicio de los pares como método fundamental de evaluación***

Los fines, los métodos y los criterios de la evaluación deben estar apoyados en un alto grado de consenso entre los evaluados, los evaluadores y quienes demandan la evaluación. Tradicionalmente, el consenso está establecido alrededor de la validez del método de evaluación por pares, dado que éste expresa el punto de vista de la comunidad científica. La evaluación por pares permite construir consenso entre los investigadores con respecto a qué se debe investigar, cómo debe ser hecha la investigación, en qué marco institucional y de recursos, y quiénes son los que están en condiciones de hacerlo.

##### ***4.1. Ventajas y dificultades de la evaluación por pares***

En 1990 el Comité Asesor de los Consejos de Investigación de Inglaterra encargó a una comisión el estudio de las ventajas e inconvenientes del juicio de pares, en razón de que se registraban muchas críticas acerca de su funcionamiento, por parte de un importante sector de la comunidad científica. El documento elaborado es conocido como Informe Boden sobre la Evaluación por Pares y la definía como: “un sistema por el cual la excelencia intelectual o importancia de una pieza de trabajo es juzgada por investigadores que trabajan en el mismo campo, o en un campo próximo”. Afirmaba también que no existen alternativas prácticas al juicio de los pares para la evaluación de la investigación básica. Sin embargo, propuso una lista de requisitos necesarios que deben ser cubiertos por cualquier sistema basado en pares. Estos requisitos cubren aspectos tales como la elección de los pares, la transparencia en sus prácticas y la retroalimentación en sus decisiones. “El juicio de los pares puede ser considerado como central para la función de una comunidad académica cuyo trabajo está sometido a los comentarios y a la crítica de los pares académicos como una obligación profesional” *establece el* Informe Boden sobre la evaluación por pares.<sup>3</sup>

La práctica de la revisión por pares o evaluación por pares es una forma de autorregulación de la comunidad científica. Si bien es cierto que la autorregulación tiene amplias raíces en las estructuras profesionales, en este caso se produce la particularidad de que sus consecuencias (en términos de aprobación o desaprobación de proyectos) comprometen al Gobierno en decisiones de financiamiento. En un mundo en el que la autorregulación está siendo crecientemente puesta en tela de juicio, es una

---

<sup>3</sup> Informe Boden sobre la evaluación por pares, 1990.

posición de débil defensa. Sin embargo, el gobierno inglés, como sostén financiero de la ciencia básica, ha reconocido esta capacidad a la evaluación por pares ya en 1918, al haber adoptado lo que se conoce como el “Principio Haldane” surgido de las recomendaciones formuladas por el Comité del mismo nombre. *Dice este informe*: “El nivel científico y tecnológico de todas las propuestas de investigación recomendadas para su apoyo por parte del estado está garantizado por la asistencia constante de un Consejo Asesor integrado por un pequeño número de eminentes científicos con un coordinador administrativo”<sup>4</sup>.

También las empresas y las instituciones privadas que financian y apoyan la I+D han profesado idéntico respeto por el juicio de los pares. Sin embargo, el método de la revisión o evaluación por pares ha comenzado a ser revisado y discutido en forma creciente. A lo largo del debate suscitado, no obstante, el juicio de pares como método de evaluación no fue invalidado, si bien varios aspectos de su aplicación práctica merecen revisión. En realidad, los científicos no pueden cuestionarlo porque hacerlo sería poner en tela de juicio su propio protagonismo. Muy por el contrario, sólo reclaman el derecho de que sus juicios sean reconocidos como verdaderos. El debate, por lo tanto, ha estado centrado en algunos aspectos operativos y conceptuales. Por ejemplo, en la descripción de las prácticas de investigación de los Consejos de Investigación abundan los términos como “excelencia”, “calidad” y “originalidad”, pero no se definen criterios que puedan hacerlos operacionales. Esto significaría que los pares reconocen esos atributos pero no pueden anticipar qué es lo que buscan cuando se abocan a una evaluación.

En 1993, el Libro Blanco de la Ciencia, la Ingeniería y la Tecnología reabrió la discusión bajo la perspectiva de la relación entre el juicio de los pares y la política científica del gobierno. Se afirmaba: “en el futuro, las decisiones acerca de las prioridades para el financiamiento deben estar más claramente orientadas hacia el encuentro con las necesidades del país y con el fortalecimiento de la capacidad nacional para generar riqueza”.<sup>5</sup>

Este punto de vista causó preocupación en la comunidad científica, en el sentido de que la primacía de la opinión de los pares fuera desafiada. Sin embargo, muchos sectores académicos habían comenzado a ser críticos por lo que percibían como un sesgo conservador en la evaluación por pares que favorecen las formas de investigación familiares y seguras, frente a las innovadoras y riesgosas. En efecto, desde el punto de vista de la relación de la ciencia con la sociedad, el método de evaluación por pares es congruente con lo que se conoce como el “modelo lineal”, según el cual el conocimiento se transfiere a la sociedad a partir de la investigación básica, pasando por la aplicada y por el desarrollo experimental. Desde un punto de vista vinculado con tecnología, este modelo es también conocido como visión “ofertista” ya que su aplicación económica y social se basa en la oferta de conocimientos generados por la comunidad científica.

Tanto la visión “ofertista” como el “modelo lineal” han sido puestos en tela de juicio durante los últimos años. También el papel excluyente de la comunidad científica aparece cuestionado por la emergencia de nuevas formas de producción del conocimiento científico. Estas transformaciones afectan a los procesos de evaluación y al juicio de pares como método fundamental.

En la literatura sobre metodologías de evaluación se contraponen a veces la evaluación por pares y la “evaluación de mérito”. Esta última excede el concepto de mérito científico y es definida en función de criterios tales como la Oportunidad representada por los conocimientos a adquirir, su Permeabilidad o capacidad de penetración en distintos campos, la Aplicabilidad a problemas concretos y la Explotabilidad de los resultados. Pero si teóricamente se distinguen, en la práctica no siempre es fácil hacerlo. En la investigación académica la evaluación por pares –en oposición al mérito– juega el papel

---

<sup>4</sup> Informe Haldane, 1918.

<sup>5</sup> Libro Blanco de la Ciencia, la Ingeniería y la Tecnología, 1993.

casi exclusivo, pero la observación demuestra que se utilizan criterios cada vez más amplios; por ejemplo, en los impresos que los Consejos ingleses envían a los evaluadores se requiere su opinión acerca de la aplicabilidad del proyecto. En la evaluación de proyectos de ingeniería ambos tipos de criterio tienen igual importancia. En cambio, en la investigación orientada por criterios estratégicos la evaluación de mérito tiene más importancia que la evaluación por pares.

#### *4.2. Crisis del sistema de pares*

A pesar de su consenso básico originario, el método de la evaluación por pares está siendo revisado y discutido en forma creciente. La evaluación basada en el juicio de pares corresponde al modelo de la investigación académica disciplinaria. Sin embargo, el consenso disciplinario no es el único factor de estructuración de la actividad científica y por lo tanto el consenso disciplinario no es el único marco de relaciones sociales en que se construye el conocimiento.

Desde una óptica más vinculada con el conocimiento tecnológico, muchas voces cuestionan la pertinencia del juicio de pares para evaluar los proyectos orientados al desarrollo tecnológico y la innovación. Desde una visión no lineal y más interactiva de la ciencia también se reclaman otros procedimientos de evaluación.

En 1966 Derek de Solla Price mostraba que la ciencia se había expandido de un modo exponencial en los tres siglos anteriores, pero que, de seguir con tal tendencia, en cien años más habría dos científicos por cada mujer, hombre, niño o perro en la población. Efectivamente, la tasa de crecimiento se detuvo y la competencia por los recursos se volvió más dura, sometiendo a presión al juicio de pares como método de base para la asignación de recursos. “La creciente limitación de recursos está produciendo una elevación en el rango mínimo de selectividad en el financiamiento de proyectos. Por ello se requieren distinciones cada vez más finas entre propuestas que son, más o menos, igualmente meritorias. Esto conduce a que se produzca un agobio insoportable sobre el sistema del juicio de pares. Esto ha conducido a una crisis en el sistema de juicio de pares”.<sup>6</sup>

Las principales objeciones que se le formulan remiten tanto a los factores internos como a los externos. Ellas son:

- **Sobreexigencia.** La creciente limitación de recursos está produciendo una elevación en el rango mínimo de selectividad en el financiamiento de proyectos. Por ello se requieren distinciones cada vez más finas entre propuestas que son, más o menos, igualmente meritorias. Esto conduce a que se produzcan decisiones arbitrarias en el establecimiento de los órdenes de prioridad.
- **Fatiga.** En conexión con el problema anterior, el incremento de los objetos a evaluar (proyectos, artículos, informes de investigadores y grupos) genera gran presión sobre los evaluadores, reduce su espíritu de colaboración y afecta la calidad de su trabajo.
- **Corrupción.** El sistema tiene cierta vulnerabilidad frente a la corrupción, derivada del hecho de que generalmente las personas más calificadas para juzgar el mérito de un investigador son, precisamente, sus más cercanos competidores. Con cierta frecuencia se recogen en la literatura denuncias sobre plagio y aprovechamiento indebido de información obtenida durante el proceso de evaluación.

---

<sup>6</sup> Informe Boden sobre evaluación por pares, 1990.

- **Imprecisión.** En la descripción de las prácticas de evaluación abundan los términos como “excelencia”, “calidad” y originalidad”, pero a menudo no se definen criterios que puedan hacerlos operacionales. Esto significa que los pares reconocen esos atributos pero no pueden anticipar qué es lo que buscan cuando se abocan a una evaluación, lo cual es un serio problema para el establecimiento de reglas de juego creíbles. Según la experiencia de la National Science Foundation, los jueces convergen en los extremos (proyectos excelentes o muy malos), pero divergen en los casos intermedios, en los que la aplicación de criterios netos de “excelencia”, “calidad” y originalidad” es más compleja.
- **Sesgo conservador.** La evaluación por pares suele privilegiar las concepciones tradicionales sobre las innovadoras. Fomenta la ciencia “normal”, frente a la revolución de los paradigmas. Favorece las formas de investigación familiares y seguras, frente a las innovadoras y riesgosas. Con frecuencia, la evaluación está contaminada por prejuicios (por ejemplo, frente a proyectos poco ortodoxos).
- **Imparcialidad.** En comunidades científicas pequeñas o en la evaluación de proyectos que requieren grandes inversiones, los jueces frecuentemente son parte y su imparcialidad se ve afectada. En comunidades científicas pequeñas, además, el secreto con respecto al nombre de los evaluadores es relativo y puede dar lugar, o bien a juicios de compromiso, o bien a arbitrariedades e impunidad.
- **Vinculación universidad – empresa.** En el marco de las políticas de estímulo a la vinculación, los procesos de evaluación atañen a proyectos que incluyen esencialmente aspectos económicos y tecnológicos. En estos proyectos prevalece la evaluación de resultados. El método de evaluación exclusivamente a cargo de pares no resulta adecuado porque en él participan solamente los científicos. La evaluación de proyectos correspondientes al “modo 2” no puede quedar limitada al juicio de los pares, ya que éstos son incapaces de dar cuenta de la heterogeneidad de actores y aspectos –científicos y no científicos- involucrados.

Cuando los proyectos se enmarcan en las prioridades de la política científica, se plantean inmediatamente los problemas de la interdisciplina y a la aplicación de los criterios no académicos en la evaluación (tales como los criterios de prioridad política).

#### 4.3. El papel de los No – Pares (o Impares)

Una de las preocupaciones acerca del método de juicio de pares se centra en el papel que el equipo administrativo (en oposición a los investigadores activos) puede desempeñar en el proceso de evaluación. En los organismos científicos de corte tradicional, este papel es casi nulo y se reduce a los procedimientos administrativos más básicos. En cambio, a medida que las decisiones relativas a la ciencia han sido reconocidas como más complejas se fue haciendo necesario incluir nuevos actores en el proceso. El papel de los equipos de apoyo a la evaluación ha ido transformándose en consonancia con ello, adquiriendo un perfil más técnico y desempeñando un protagonismo mayor.

Un ejemplo de esto surge de la experiencia del Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) de Inglaterra. En este Consejo, la clave del proceso de evaluación es el “área de programación”. Hay dieciséis áreas de programación, cada una de ellas gestionada por un “administrador de programa”, quien es un empleado a tiempo completo del EPSRC. El sistema empleado por el FONCyT en Argentina tiene rasgos comunes con este modelo.

El administrador de programa tiene formación científica pero no es considerado un “par” por los investigadores que solicitan financiamiento. Sin embargo, el administrador de programa es responsable ante la Dirección Ejecutiva por el logro de los objetivos que se asignan a su área de programación. El procedimiento seguido en el EPSRC es el siguiente:

- *Paso I:* Se constituyen 16 “colegios de pares” en consulta con las respectivas comunidades científicas. Cada colegio tiene un tamaño que oscila entre 35 y 160 miembros, según la disciplina. Todos los pares son nacionales. El EPSRC publica los antecedentes de cada par.
- *Paso II:* Los investigadores que presentan proyectos identifican tres pares de su propia elección.
- *Paso III:* El administrador de programa elige uno de los tres pares y agrega dos pares adicionales elegidos entre los que integran el respectivo “colegio de pares”. Puede agregar otro par, fuera de la lista, si el “colegio” no cubre adecuadamente la especialidad en cuestión.
- *Paso IV:* El proyecto se envía a los tres (o más) pares para su evaluación.
- *Paso V:* Las propuestas que son juzgadas en forma suficientemente favorable son enviadas a un panel integrado por pares que integran los “colegios”, seleccionados por el administrador de programa. Cada panel tiene un “Presidente”. Tanto el panel como su Presidente son constituidos ad hoc (no son permanentes) y su función es puramente asesora.
- *Paso VI:* El panel establece un orden prioritario entre las propuestas en función de su calidad (sobre la base de la opinión de los tres o más pares de los pasos III y IV) y su pertinencia en función de los objetivos estratégicos del EPSRC.
- *Paso VII:* Una vez recibido el asesoramiento del panel, el administrador de programa elabora una lista de propuestas de financiamiento sobre la base del monto total de dinero disponible para la convocatoria por parte del Consejo Directivo del EPSRC, el orden prioritario producido por el panel y la opinión del Presidente del Panel, en los casos “borderline”.

El procedimiento adoptado por el EPSRC es uno de los que ha suscitado más comentarios. Lo más característico de este modelo es el papel de los administradores de programa ya que, si bien éstos no están directamente involucrados en formular los juicios de valor (el acto de la evaluación), tienen una gran influencia en la totalidad del proceso. El papel que se asigna al administrador de programa en el Paso VII es considerado excesivo por muchos de los que opinan; por este motivo, los defensores del procedimiento argumentan que en ningún caso se violenta la decisión de los jueces.

En el Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBRC) el procedimiento es parecido pero no existe la figura del administrador de programa. En su lugar, funcionan comités temáticos. Sin embargo, se ha propuesto incorporar administradores de programa con la función de seleccionar los pares de una base de datos, en consulta con los miembros del comité temático.

En el Wellcome Trust (institución que financia investigación médica), miembros “senior” pueden seleccionar los pares y actuar como adjuntos al Presidente de los comités que otorgan financiamiento. Los no pares, por lo tanto, habitualmente desempeñan una variedad de papeles en la conducción de los procesos de revisión por pares.



El nuevo sistema de administradores de programa y, en general, el mayor protagonismo desempeñado por los no pares tiene ventajas por cuanto resuelve problemas de eficiencia y ejecutividad en el proceso de evaluación, al tiempo que facilita la consideración de aquellos proyectos con múltiples dimensiones. Sin embargo, genera nuevos problemas que deben ser atendidos. En general, este método puede resultar muy útil si:

El administrador de programa (o figura equivalente) acierta en buscar asesoramiento de expertos al constituir el panel, los nombres de los miembros del panel son de dominio público y hay cierta continuidad en los paneles para que los criterios sean consistentes y no mudables (la rápida rotación puede crear desconcierto en los solicitantes) y los investigadores tienen confianza en la transparencia, en particular cuando se eligen pares adicionales para aclarar, completar o corregir las primeras evaluaciones cuando se perciben incongruencias.

En la National Science Foundation se emplea un sistema de este tipo y, como garantía para neutralizar posibles arbitrariedades, se realiza un monitoreo constante del proceso de evaluación mediante comités visitantes. Esto equivale a realizar una “evaluación de la evaluación”, práctica cuya generalización resulta muy recomendable.

## **5. Epílogo**

El recorrido realizado por distintos aspectos de los procesos de evaluación en ciencia y tecnología, así como las críticas que despierta su aplicación concreta, en determinados contextos históricos e institucionales, pone en evidencia al mismo tiempo la importancia que ocupan para la toma de decisión. Esto ubica el problema en un campo heterogéneo, en el que confluyen distintas lógicas: la de los propios científicos con su idea de “calidad” y “excelencia” y la de otros actores sociales que representan distintos intereses políticos, económicos y sociales. El valor creciente de la evaluación como orientadora de políticas e instrumento de gestión está ligado a la capacidad social de instalar una “cultura” adecuada su práctica. Esta cultura es necesariamente plural, ya que requiere la convivencia y articulación de lógicas y sistemas de intereses diferentes. En ello radica, al mismo tiempo, su complejidad y su riqueza.

## **Bibliografía**

BARRE, Rémi, “La producción de indicadores para la política de investigación e innovación: organización y contexto institucional”, en *El Universo de la Medición. La perspectiva de la ciencia y la tecnología*, RICYT – COLCIENCIAS - Tercer Mundo, Bogotá, 1997.

COMMITTEE ON SCIENCE, ENGINEERING, AND PUBLIC POLICY, *Evaluating Federal Research Programs*, National Academy Press, Washington, 1999.

FLAMENT, Michel, “Evaluación multicriterio de proyectos en ciencia y tecnología”, en *Estrategias, Planificación y Gestión de Ciencia y Tecnología*, Nueva Sociedad, Caracas, 1993.

GOMEZ CARIDAD, Isabel Y BORDON GANGAS, María (1997), “Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica”, en *Política Científica* N° 46, Madrid.

LOPEZ, Andrés y LUGONES, Gustavo, “El proceso de innovación tecnológica en América Latina en los años noventa. Criterios para la definición de indicadores”, en *Redes* N° 9, Editorial de la UNQ, Buenos Aires, 1997, pág., 13.

OCDE, *La medición de las actividades científicas y técnicas / Manual de Frascati*, OCDE, París, 1993.

*Manual de Oslo*, OCDE, Paris, 1996.

OSZLAK, Oscar y O'DONNELL, Guillermo, "Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación", en *Redes N° 4*, Editorial de la UNQ, Buenos Aires, 1995.

Salomon, Jean Jacques, "Tecnología, diseño de políticas, desarrollo", en *Redes N° 1*, Editorial de la UNQ, Buenos Aires, 1994. pág. 9.

UNCTAD, *Los indicadores tecnológicos y los países en desarrollo*, UNCTAD/ITP/TEC/19, GINEBRA, 1991

VELHO, Lea, "Indicadores Científicos: Aspectos Teóricos y Metodológicos", en Eduardo Martínez (compilador), *Interrelaciones entre la Ciencia, la Tecnología y el Desarrollo: Teorías y Metodologías*, UNESCO – Nueva Sociedad, Caracas, 1993.